تاثیر سوپرجاذب نانوکامپوزیت بر میزان مقاومت چمن اسپورت به تنش خشکی

حسین باقری[1]، موسی سلگی[2*]، مینا تقی‌زاده[3]، عباس میرزاخانی[4]

تاریخ دریافت : ۱۳۹۷/۲/۱۸

تاریخ پذیرش :۱۳۹۷/۱۰/۴

چکیده

در این پژوهش تاثیر سوپرجاذب نانوکامپوزیت و تنش خشکی بر خصوصیات رشدی چمن اسپورت بررسی گردید. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و با اعمال دو فاکتور نوع بستر (کود دامی، سوپرجاذب نانوکامپوزیت به‌همراه کود دامی و ورمی‌کمپوست به‌علاوه سوپرجاذب نانوکامپوزیت) و دوره آبیاری (بدون تنش، آبیاری پنج روزه و ۱۰ روزه) در فضای باز اجرا گردید. نتایج نشان داد که تاثیر بستر حاوی نانوکامپوزیت سوپرجاذب بر صفات وزن تر و خشک و عمق نفوذ ریشه معنی‌دار گردید. تاثیر دوره آبیاری بر صفات وزن تر، وزن خشک، عمق نفوذ ریشه، میزان کلروفیل b، کلروفیل کل، هیدرات کربن، نشت یونی معنی‌دار بود و در دوره آبیاری پنج روزه کیفیت ظاهری چمن حفظ گردید. معنیدار بودن اثر متقابل نوع بستر و فاصله آبیاری در میزان پرولین و کلروفیل a نشانگر افزایش توان عبور چمن از تنش در بستر حاوی نانوکامپوزیت با دوره آبیاری پنج روزه بود.

واژه‌های کلیدی: ***آبیاری، تنش فضای سبز، ورمی‌کمپوست، هیدروژل***

مقدمه

بهترین راهکار برای کاهش آلودگی محیط‌های شهری و صنعتی، ایجاد فضای سبز و پارک در این مناطق است. فضای سبز (شامل جنگل‌ها، مراتع، زمین‌های زراعی، باغ‌ها و پارک‌ها) تولید کننده اکسیژن برای تنفس انسان‌ها، حیوانات و سوخت وسایل نقلیه می‌باشند. همچنین فضاهای سبز در کاهش ذرات معلق در هوا نقش بسیار مهمی را بهعهده دارند. فضای سبز باعث کاهش گرد و غبار، تثبیت برخی از مواد سمی و همچنین کاهش تغییرات درجه حرارت هوا و افزایش رطوبت نسبی آن می‌شود (Kafi, 2002).

رزین‌های سوپرجاذب، پلیمرهایی به شدت آب‌دوست هستند که ضمن برخورداری از سرعت و ظرفیت زیاد جذب آب، مشابه آب انبارهای مینیاتوری عمل می‌نمایند و در موقع نیاز ریشه، به‌راحتی آب و مواد غذایی محلول در آب را در اختیار گیاه

۱- کارشناس ارشد گروه مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک

۲- دانشیار دانشگاه اراک- دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی– گروه مهندسی باغبانی

* (نویسنده مسئول: M-solgi@araku.ac.ir)

۳-استادیار دانشگاه اراک- دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی– گروه مهندسی باغبانی

۴-بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

قرار می‌دهند. مقدار آبی که در خاک ذخیره می‌شود به ظرفیت نگهداری رطوبت خاک نیز بستگی دارد (Roholahi & Kafi, 2009; Solgi *et* al., 2015). برای کاهش مصرف آب در فضای سبز و به‌خصوص چمن، اولین اقدام، استفاده از گونه‌های کم‌آب می‌باشد. همچنین با به‌کارگیری روش‌های نوین در کاهش مصرف آب در گیاهان موجود و همچنین کمک به عبور گونه‌ها موجود از تنش خشکی ناشی از کم‌آبی، سعی در کاهش مصرف می‌شود. برای این منظور موارد ذیل در دست اقدام است: ۱. کاهش آبیاری تا مرز تنش گیاهان به‌نحوی که گونه‌ها دچار صدمه نشوند و ۲. استفاده از هیدروژل‌ها در بستر کاشت برای نگهداری آب و کاهش تلفات نفوذ عمقی و تبخیر آب.

پس از آبیاری، هیدروژل‌ها آب جذب می‌نماید و محیط مرطوبی را برای جوانه‌زنی و رشد بذرها فراهم می‌سازند. همچنین پس از استقرار چمن، میتوان دور آبیاری را طولانی‌تر نمود و در صورت بروز کم‌آبی نیز مدت زمان تحمل گیاهان به کم آبی افزایش خواهد یافت. بررسی تحقیقات پیشین نشان داده است که با مصرف ۳۰ گرم در مترمربع سوپرجاذب‌های معمول و تیمار آبیاری دو روزه، چمن خصوصیات مناسب خود را به‌نحو مناسبی حفظ می‌نماید (Sheikhmoradi *et al.*, 2011; Solgi *et al.*, ۲۰۱۵). همچنین پس از بررسی اثر میزان سوپرجاذب بر عملکرد کمی و کیفی چمن مشخص گردید که بهترین تراکم چمن با میزان ۶ گرم بر کیلوگرم خاک سوپرجاذب ایجاد می‌شود و دور آبیاری دو روز نیز تراکم مطلوب‌تری را نسبت به سایر سطوح آبیاری ایجاد می‌نماید. همچنین کیفیت رنگ، تراکم و محتوای کلروفیل کرت‌هایی که دارای سوپرجاذب بودند افزایش داشته است (Aalami *et al.*, 2011).

با توجه به جدی بودن مسئله کم‌آبی در کشور ایران و همچنین نقش کلیدی آب در کشت چمن این پژوهش صورت پذیرفت. این تحقیق به‌منظور ارائه راهکاری برای کاهش مصرف آب در نگهداری چمن بود و بدین منظور به بررسی تاثیر سوپرجاذب نانوکامپوزیت موجود در بستر چمن در گذر از تنش کم‌آبی پرداخته شد. از این رو با بررسی فاکتورهای ظاهری و بیوشیمیایی رشدی چمن به میزان تحمل تنش خشکی و دوره آبیاری مناسب آن دست یافت و بتوان با کاهش مصرف آب در چمن بدون کاهش عملکرد و کیفیت برنامه آبیاری نوینی برای نگهداری چمن اسپورت در مناطق سردسیری ارائه نمود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در پردیس دانشگاه اراک و در طی تابستان ۱۳۹۴ به اجرا در آمد. جهت بررسی تاثیر نانوکامپوزیت سوپرجاذب بر افزایش توان چمن در عبور از دوره‌های تنش خشکی، آزمایش اول به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی و با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورها شامل دو فاکتور نوع ترکیب بستر (سه سطح شامل کود دامی، کود دامی به‌علاوه نانوکامپوزیت سوپرجاذب به میزان سی گرم در مترمربع و ورمی‌کمپوست) و دور آبیاری (سه سطح شامل بدون تنش، دوره آبیاری

پنج روزه و ده روزه) بودند. در هر مرحله صفاتی مانند وزن تر، وزن خشک، وزن اندام هوایی، میزان توسعه ریشه، کیفیت پوشش چمن بر اساس ارزیابی "برنامه ملی ارزیابی چمن[1]" (تراکم، یکنواختی و رنگ)، میزان کلروفیل و میزان پرولین اندازه‌گیری شد.

برای اجرای تیمار شاهد ابتدا بستر آماده‌سازی و تسطیح شد و سپس به‌میزان دو سانتی‌متر خاک رس در سطح بستر پخش و بعد از تسطیح یکنواخت، با غلطک صاف گردید، بذر چمن اسپورت با ترکیب ۵۵ درصد لولیوم (*Lolium prenne*) ، ۱۰ درصد فستوکا (*Festuca* spp.) و ۲۵ درصد پوآ (*Poa pratensis*) (تولید شرکت مومرستیگ[2] کشور هلند) بهمیزان ۴۰ گرم در مترمربع به‌صورت یکنواخت پاشیده شد و روی بذرها با کود دامی پوسیده و سرند شده به ضخامت ۴-۳ سانتی‌متر پوشانیده شد. در تیمار استفاده از نانوکامپوزیت سوپرجاذب، پس از آماده‌نمودن و مسطح‌کردن و غلطکزنی بستر به‌میزان ۳۰ گرم در مترمربع نانوکامپوزیت سوپرجاذب پخش شد و خاک رس به‌میزان دو سانتی‌متر در سطح بستر پخش و به‌صورت یکنواخت مسطح گردید و بذر چمن اسپورت به‌میزان ۴۰ گرم در مترمربع به‌صورت یکنواخت پاشیده شد و روی بذرها با کود دامی پوسیده و سرند شده به ضخامت ۴-۳ سانتی‌متر پوشانیده شد (شکل ۱).

شکل ۱: آماده سازی بستر و کاشت بذر چمن اسپورت

برای اجرای تیمار استفاده از نانوکامپوزیت سوپر جاذب و ورمی‌کمپوست، ابتدا بستر آماده و مسطح گردید و خاک رس پخش و غلطک‌زنی انجام گرفت. پس از توزیع یکنواخت میزان ۳۰ گرم در متر مربع نانوکامپوزیت سوپرجاذب، بذر چمن اسپورت به‌میزان ۴۰ گرم در مترمربع و به‌صورت یکنواخت در سطح بستر پخش گردید و روی بذرها با ورمی‌کمپوست به ضخامت ۲-۳ سانتی‌متر پوشانیده شد. بلافاصله زمین کاشته شده با آب‌پاش‌های دارای منافذ ریز آبیاری شد. پس از یک هفته بذرها سبز شدند و پس از یک ماه، اولین سرزنی انجام گرفت. اولین نمونه‌برداری ۱۵ روز پس از سرزنی صورت گرفت.

اولین دوره آبیاری خشکی بهمدت پنج روز صورت گرفت و طی این مدت چمن مورد آزمایش هیچگونه آبیاری انجام نشد. پس از طی این مدت اندازه‌گیری صفات کیفیت ظاهری بر اساس NTEP انجام شد. برای مشخص شدن محل بلوک‌ها در بستر چمن، پایه‌های قرار داده شد و قالبی فلزی با ابعاد یک متر در یک متر ساخته شد و حین برداشت نمونه‌ها، قالب در پایه‌ها

[1] NTEP (National turfgrass evaluation program)
[2] Mommersteeg

مستقر و بدین ترتیب محل بلوک مشخص گردید. همچنین برای اندازه‌گیری صفات ارتفاع اندام هوایی و عمق نفوذ ریشه، قالبی به ابعاد ۱۰ سانتی‌متر تهیه و نمونه‌برداری به کمک آن انجام گرفت (شکل ۲).

شکل ۲: مشخص نمودن محل بلوکهای هر تیمار و نمونه‌گیری

ابتدا با خط‌کش، ارتفاع اندام هوایی و عمق نفوذ ریشه اندازه‌گیری شد و سپس به‌وسیله قیچی، کل اندام هوایی موجود در مربعی به ابعاد ده سانتی‌متر (که به‌وسیله قالب برداشت شده بود) چیده و توسط ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. اندام‌های هوایی مذکور به‌مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و پس از این مدت وزن خشک اندازه‌گیری شده و درصد وزن خشک محاسبه گردید. همچنین به‌منظور مشخص نمودن میزان رطوبت خاک، صد گرم از خاک بستر رشد ریشه وزن و به‌مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری و دوباره وزن شد.

برای اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی نیز نمونه برگ تازه، تهیه و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد و سریع مراحل مختلف جهت اندازه‌گیری صفات میزان کلروفیل، کارتنوئید، هیدرات کربن، پرولین، نشت یونی و دیگر صفات انجام گرفت و در نهایت با استفاده از داده‌های ثبت شده میزان صفات مذکور محاسبه گردید. چمن سرزنی شد و به‌مدت ۱۵ روز آبیاری صورت گرفت تا شرایط رشدی متعادل گردد و به‌منظور اعمال دوره آبیاری دوم، آبیاری به‌مدت ۱۰ روز قطع گردید و پس از طی شدن مدت زمان مذکور، مجدداً صفات ظاهری ارزیابی و سپس به روش قبل نمونه‌گیری صورت گرفت و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری کلروفیل

به‌منظور اندازه‌گیری کلروفیل از روش آرنون (Arnon, 1949) استفاده گردید. ۰/۰۱ گرم برگ تازه از برگ‌های چمن را با کمک استن ۸۰ درصد در عدم حضور نور ساییده گردید تا کاملاً سفید شوند. عصاره حاصل را درون استوانه مدرج با استن ۸۰ درصد به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد و سپس با ۳۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. سپس جذب محلول رویی در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خواندهشد. جذب‌های خوانده شده (A) را در فرمول‌های زیر قرار داده شد و مقدار کلروفیل a، bو کلروفیل کل بر حسب میلی‌گرم کلروفیل استخراج شده در هر گرم بافت تر برگ محاسبه گردید.

Chlorophylla (chla) = 12.9A663-2.9A645

Chlorophyllb (chlb) = 12.9A645-4.68A663

Total Chlorophyll (Tchl) = 20.2A645+8.02A663

در این رابطه، A جذب ثبت شده، A663میزان جذب در طول موج ۶۶۳ نانومتر، A645 میزان جذب در طول موج ۶۴۵ نانومتر است (Jamali, 2013).

اندازه‌گیری اسید آمینه پرولین

به‌منظور اندازهگیری پرولین از روش بتس و همکاران (Bates *et al*., 1973) استفاده گردید. از نمونه گیاهی ۰/۵ گرم از بافت تر را توزین کرده و به هر نمونه ۱۰ میلی‌لیتر سولفوسالیسیلیک سه درصد افزوده شد. مخلوط حاصل به‌مدت یک شب در دمای اتاق نگهداری شده و سپس با کاغذ صافی واتمن شماره یک صاف گردید. سپس دو میلی‌لیتر از عصاره حاصل به‌همراه دو میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین به‌علاوه دو میلی‌لیتر اسیداستیک گلاسیال در لوله آزمایش ریخته شد و به‌مدت یک ساعت در بنماری با حرارت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در اثر حرارت واکنش بین نین‌هیدرین و اسید آمینه پرولین انجام می‌شود. پس از گذشت زمان مذکور لوله‌ها از بنماری خارج گردیدند و در دمای محیط سرد شدند. سپس به هر لوله آزمایش چهار میلی‌لیتر تولوئن افزوده شد و به‌مدت ۲۰ ثانیه به‌شدت تکان داده شدند تا کاملاً مخلوط شوند. پس از گذشت ۲-۱ ساعت، دو فاز (فاز آلی صورتی رنگ در بالا و فاز آبی بی رنگ در پایین) در لوله آزمایش تشکیل گردید. از فاز آلی جهت خواندن جذب در طول موج ۵۲۰ نانومتر استفاده گردید (Jamali, 2013).

$$X = [(A*B)/C]/(D/5)$$

X: مقدار پرولین بر حسب میکرومول بر گرم، A: مقدار پرولین به‌دست آمده از منحنی استاندارد بر حسب میکروگرم در میلی‌لیتر (پیوست ۴)، B: مقدار تولوئن استفاده شده بر حسب میلی‌لیتر، C: عدد مولکولی پرولین ۱۱۵/۱۳ g/µmolµ و D: مقدار نمونه گیاهی وزن شده بر حسب گرم می‌باشد.

اندازه‌گیری نشت یونی

برای سنجش میزان آسیب به غشا، میزان نشت یونی از روش بنحامد و همکاران (Benhamed *et al*., 2007.) استفاده شد. نیم گرم از بافت سالم و تازه اندام هوایی گیاه را پس از شستشو با آب مقطر درون ظرف شیشه‌ای در پیچ‌دار قرار داده شد و ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر یون‌زدایی شده به آن اضافه گردید و به‌مدت چهار ساعت در دمای اتاق نگهداری شد و سپس میزان هدایت الکتریکی نمونه‌ها[1] اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها به‌مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند، پس از سردشدن مجدداً هدایت الکترکی اندازه‌گیری شده[2] و میزان نشت یونی بر اساس فرمول ذیل محاسبه گردید (Jamali, 2013):

[1] EC_1
[2] EC_2

درصد نشت یونی = $100*(EC_2/EC_1)$

نتایج و بحث

تاثیر نوع بستر و دوره آبیاری بر صفات مختلف چمن اسپورت پس از اعمال تیمارها بررسی شد و نتایج نشان داد که تاثیر نوع بستر بر وزن تر سرشاخه، وزن خشک سرشاخه، درصد وزن خشک، عمق نفوذ ریشه، میزان کلروفیل a و میزان پرولین معنی‌دار شد. همچنین تاثیر دوره آبیاری بر وزن تر سرشاخه، وزن خشک سرشاخه، درصد وزن خشک، عمق نفوذ ریشه، میزان کلروفیل a ،میزان کلروفیل کل، کارتنویید، پرولین، هیدرات کربن، نشت یونی و کیفیت ظاهری نیز معنی‌دار گردید و اثر متقابل نوع بستر و دوره آبیاری در صفات درصد وزن خشک، میزان کلروفیل و پرولین معنی‌دار گردید (جدول ۱).

جدول ۱: تجزیه واریانس بررسی اثر نانوکامپوزیت سوپرجاذب و ورمی کمپوست بر میزان مقاومت چمن به تنش خشکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		وزن تر	وزن خشک	درصد وزن خشک	عمق نفوذ ریشه	کلروفیل a	کلروفیل کل	کارتنوی ید	پرولین	هیدرات کربن	نشت یونی	کیفیت ظاهری
نوع بستر	۲	۲/۸۳** ۸	۱/۴۵*	۳/۲۲** ۴۵	۳/۹۵**	۲/۶۶**	ns ۰/۱۴۱	۰/۱۸ ns	۶۷/۲** ۴	۱/۲۳ ns	۴۸/۶۴ ns	ns ۰/۰۰۱
دوره آبیاری	۲	۴/۸۲** ۴	۳/۰۷**	۱/۸۴** ۷۲۶	۵/۱۴**	۳/۶۴**	۰/۴۰*	۴/۱۳**	۳/۸۷** ۰۰۸	۴۰۰*	۳۳۴/۸۶** ۳	/۰۵۱** ۰
بستر × دوره آبیاری	۴	۳/۳۱ ns	ns ۰/۸۵	۱/۵۴** ۶۳	۰/۹۳ ns	۲/۳۰**	ns ۰/۱۰۶	۰/۳۷ ns	۳/۳۴** ۵۸	۱۵۵ ns	۳۹/۷۷ ns	۰/۰۰ ns
خطا	۱۸	۲/۰۵	۰/۲۷	۱۷/۶	۰/۳۲	۰/۲۶	۰/۰۷۳	۰/۲۱۵	۴۲/۳۲	۷۲	۲۱/۲۳	۰/۰۰۷
ضریب خطا		۱۸/۵	۱۶/۴۱	۹/۳۲	۷/۰۰	۲۸/۹۸	۱۵/۴۶	۱۶/۹۸	۲۱/۰۶	۲۱/۴۸	۲۰/۴۴	۳/۰۵

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، *: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، ns: عدم معنی‌داری

وزن تر سرشاخه

طبق نتایج به‌دست آمده، بیشترین وزن تر در بستر کود دامی و نانوکامپوزیت حاصل شده است. هر چند وزن تر در بستر کود دامی بیشتر از بستر نانوکامپوزیت و ورمی‌کمپوست بود ولی تفاوت معنی‌داری نداشتند. همچنین وزن تر در شرایط بدون تنش و دوره آبیاری پنج روز بدون آبیاری تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی با افزایش دوره آبیاری ، وزن تر تقریبا یک دوم کاهش یافت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در صورت بروز تنش آبی می‌توان آبیاری چمن را تا پنج روز به تعویق انداخت بدون این که تاثیر منفی بر وزن تر داشته باشد.

کاهش مقدار آب نسبی برگ در شرایط تنش خشکی در مطالعات زیادی تایید شده است. در یک بررسی نشان داده شده است که تنش خشکی محتوای آب نسبی دو گونه‌ی چمن فستوکای آبی و چچم چند ساله را بهترتیب ۲۶ و ۲۵ درصد

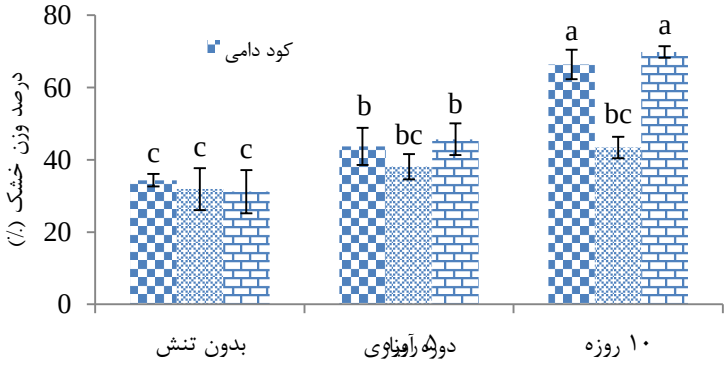
کاهش داده است ((Chai & Jin, 2010. تنش خشکی باعث کاهش رشد در گیاهان می‌شود ولی پلیمرها با کاهش اثر تنش خشکی، مانع این پدیده خواهند شد. تاثیر مثبت ماده اصلاحی ایگیتا[1] (ماده جاذب رطوبت) بر افزایش نگهداری رطوبت و آب قابل استفاده در خاک و افزایش عملکرد دانه سویا در واحد سطح گزارش شده است که با نتایج این تحقیق منطبق می‌باشد (Karimi, 1993).

وزن خشک سرشاخه

بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین وزن خشک در بستر کود دامی به‌همراه نانوکامپوزیت حاصل شد و وزن خشک در بستر کود دامی و بستر نانوکامپوزیت و ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری نداشتند. همچنین وزن خشک در شرایط دوره آبیاری پنج روز به مقدار یک-چهارم بیشتر از شاهد افزایش یافت و تفاوت معنی‌داری نسبت به شرایط بدون تنش داشت. با افزایش دوره آبیاری، وزن خشک کاهش می‌یابد. میتوان نتیجه گرفت هر چند وزن تر در شرایط بدون تنش و با دوره آبیاری ده روزه تفاوت معنی‌داری ندارند، ولی با بروز دوره آبیاری پنج روزه، گیاه به‌منظور مقابله با آن وزن خشک خود را افزایش داده است. نتایج نشان داد که محتوای آب نسبی کنتاکی بلوگراس در شرایط تنش خشکی بین ۲۸ تا ۴۷ در صد کاهش پیدا کرد (Liu *et al.*, ۲۰۰۸). همچنین محققین در تحقیق دیگری نشان دادند که با به‌کار بردن ۱۵ گرم پلیمر سوپرجاذب در هر کیلوگرم خاک بستر لیزماکیا (*Lizamakhia* sp.)، می‌توان دور آبیاری را تا هفت روز به تعویق انداخت بدون اینکه وزن خشک اندام هوایی تفاوت معنی‌داری با آبیاری گیاه شاهد (آبیاری به صورت هر دو روز یک بار) داشته باشد، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (Mohammadi Torkashvand *et al.*, 2016).

درصد وزن خشک

اثر متقابل نوع بستر و دوره آبیاری بر درصد وزن خشک در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳: اثر متقابل نوع بستر و دوره‌های آبیاری بر درصد وزن خشک سرشاخه چمن اسپورت

[1] Igeta

طبق نتایج به‌دست آمده، با افزایش میزان دوره آبیاری درصد وزن خشک بهدلیل کاهش میزان آب بافت‌های گیاه، افزایش قابل توجهی داشت. ولی در بین انواع بستر به‌کار برده شده در این پژوهش، بستر کود دامی-نانوکامپوزیت کمترین تغییرات میزان درصد وزن خشک را داشت و این بدین معنی است که بستر مذکور باعث افزایش مقاومت گیاه به تنش آبی گردیده است. از آنجا که تاکنون صفت درصد وزن خشک در شرایط تنش خشکی گیاه چمن اسپورت و وجود نانوکامپوزیت در بستر دیده نشده از مطالعه مشابه استفاده می‌شود، در گزارشی تاثیر ترینیگزاپک اتیل[1] را بر "کنتاکی بلوگراس[2]" تحت تنش خشکی بررسی گردید و در پایان مشخص شد که این تنظیم کننده موجب افزایش محتوای آب نسبی در شرایط خشکی می‌گردد، که منطبق با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد (Xu & Huang, 2010).

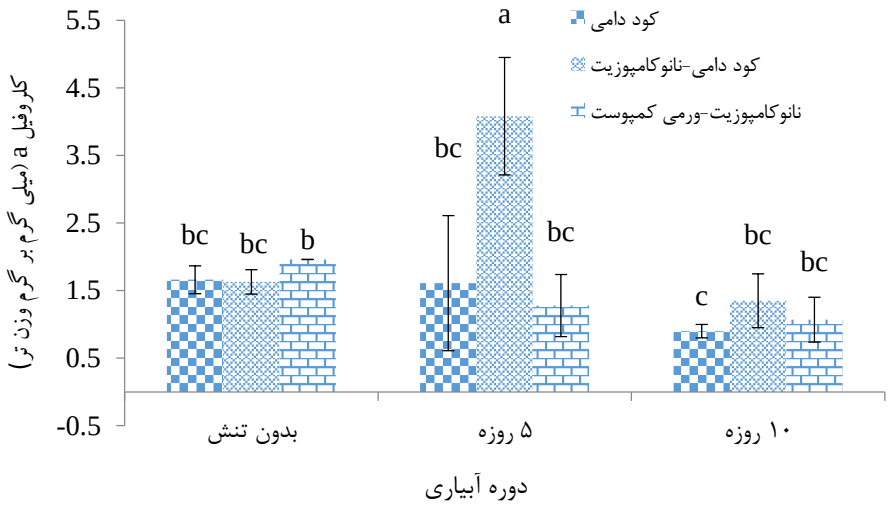
عمق نفوذ ریشه

طبق نتایج به‌دست آمده، بیشترین عمق نفوذ ریشه به‌مقدار ۸/۶۶ سانتیمتر در بستر کود دامی بههمراه نانوکامپوزیت حاصل شد. هر چند نفوذ ریشه در بستر کود دامی اندکی بیشتر از بستر نانوکامپوزیت و ورمی‌کمپوست بود ولی تفاوت معنی‌داری نداشتند. همچنین عمق نفوذ ریشه در شرایط دوره آبیاری پنج روزه و ده روز بدون آبیاری نسبت به شرایط بدون تنش تفاوت معنیداری داشتند و این بدین معنی است که طی تنش ریشه‌های گیاه برای دستیابی به آب به اعماق بستر، نفوذ بیشتری داشتند. افزایش ریشه دهی در عمق بیشتر خاک و افزایش وزن خشک ریشه‌ها از مهمترین روش‌های سازگاری برای بهبود کارآیی جذب آب تحت تنش خشکی است (Huang & Redman, 1995). مطابق با نتیجه این تحقیق پژوهشگران نشان دادند که فستوکای پابلند (*Festuca arandinacea*) در شرایط تنش خشکی، با افزایش عمق نفوذ ریشه‌های خود به جذب بهتر آب کمک می‌نماید (Huang & Fu, 2001). نتایج روی گیاه چچم نشان داد که وجود آب در دسترس در محیط اطراف ریشه در بسترهای دارای سوپرجاذب، سبب بهبود رشد ریشه شده است که با نتایج تحقیق حاضر، مشابه است (Aalami *et al.*, 2011).

میزان کلروفیل a

اثر متقابل نوع بستر و سطح دوره آبیاری آبی بر میزان کلروفیل a در شکل ۴ نشان داده شده است.

[1] Trinexapac-ethyl
[2] Kentaky Blue Grass



شکل ۴: اثر متقابل نوع بستر و دوره آبیاری بر کلروفیل a چمن اسپورت

طبق نتایج به‌دست آمده، با افزایش دوره آبیاری محتوای کلروفیل a به‌علت کاهش میزان آب بافت‌های گیاه کاهش یافته است. ولی در بین انواع بستر به‌کار برده شده در این پژوهش، بستر کود دامی-نانوکامپوزیت طی دوره آبیاری پنج روزه بر میزان کلروفیل a تاثیر افزایشی داشته است که بیشترین میزان افزایش در این مدت مربوط به بستر کوددامی- نانوکامپوزیت به‌مقدار ۴/۰۸ میلی‌گرم در گرم می‌باشد. حتی در دوره آبیاری ده روزه نیز میزان کلروفیل a در این نوع بستر نسبت به دو بستر دیگر بیشتر بود. در نتیجه این بستر در طی تنش تاثیر بارزی بر حفظ کلروفیل a داشته است.

مقدار کلروفیل بهعنوان یک معیار بسیار مفید همواره برای ارزیابی وضعیت فیزیولوژیک گیاه مورد توجه قرار میگیرد. محتوای کلروفیل در گیاهان زنده را یک عامل مهم جهت تعیین ظرفیت فتوسنتزی دانسته‌اند (Jiang & Huang, 2001). فتوسنتز به دو شکل تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد. در یک بررسی نشان دادند که تیمارهایی که در بستر آنها سوپرجاذب به‌میزان ۳۰ گرم در متر مربع به‌کار برده شده بود توانستند میزان کلروفیل خود را به‌نحو مطلوبی حفظ نمایند، این مسئله بیشتر در دور آبیاری دو روز یک بار با کاربرد ۳۰ گرم سوپرجاذب مشاهده گردید هر چند در دور آبیاری‌های بیشتر صدمه به کلروفیل گزارش شد (Sheikhmoradi *et al*., 2011). نتایج این تحقیقات با دستاوردهای تحقیق حاضر منطبق است.

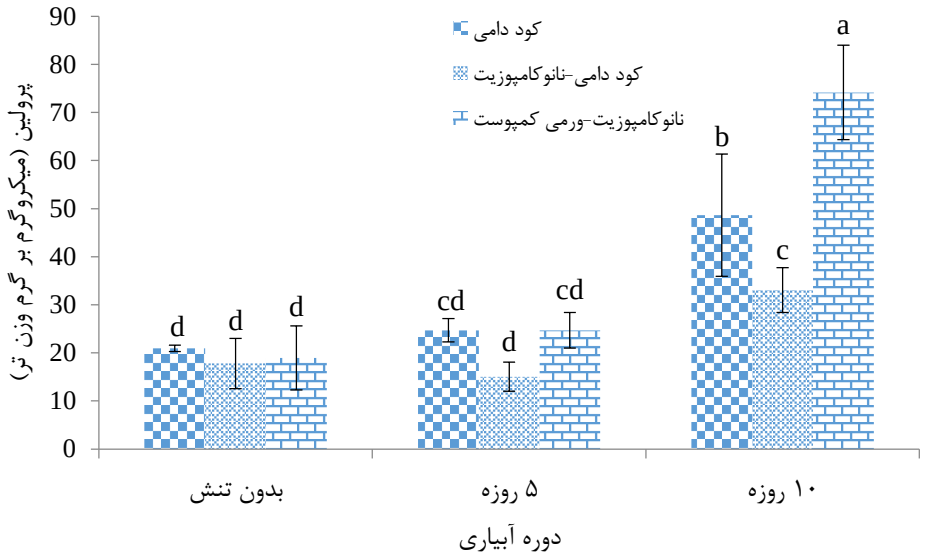
طبق نتایج به‌دست آمده، بیشترین میزان کلروفیل کل در دوره آبیاری پنج روزه (۱/۹۷ میلی‌گرم بر گرم) به‌دست آمد. گیاه در شرایط تنش کوتاه مدت سعی بر حفظ شرایط زیستی داشته و اقدام به افزایش تولید کلروفیل می‌نماید. ولی دوره آبیاری ده روزه باعث کاهش معنی‌دار سطح کلروفیل به‌مقدار ۱/۵۵ میلی‌گرم بر گرم گردیده است. تنش خشکی سبب فعالیت بیشتر آنزیم کلروفیلاز و همچنین افزایش سنتز برخی از مواد تنظیم کننده رشد مانند اسید آبسیزیک و اتیلن می‌شود که به تخریب و کاهش میزان کلروفیل در برگ‌ها منجر شده، شدت رنگ کاهش یافته و به دنبال آن تثبیت کربن فتوسنتزی نیز کاهش پیدا

می‌کند (Huang *et al.*, 2008). در گزارش با افزایش خشکی کامل خاک در کشت کنتاکی بلوگراس و فستوکای بلند میزان کلروفیل برگ کاهش پیدا کرد که مطابق با شرایط تحقیق حاضر می‌باشد (Bai & Jiang, 2009).

طبق نتایج به‌دست آمده، بیشترین میزان کارتنویید در دوره آبیاری پنج روزه به میزان ۳/۵۸ میلی‌گرم بر گرم به‌دست آمده است و در شرایط بدون تنش میزان کارتنویید، بیشتر از شرایط ده روزه آبیاری می‌باشد ولی تفاوت معنی‌داری نداشتند. گیاه در شرایط تنش کوتاه مدت اقدام به افزایش تولید کارتنویید نموده است. محققین گزارش کردند که گونه‌ی گیاهی که بتواند کارتنویید بیشتری داشته باشد در تنش اکسیداتیو ناشی از تنش آبی دفاع موثرتری خواهد داشت و در مقابل تنش آبی تحمل بیشتری از خود نشان خواهد داد (Foyer *et al.*, 1998). افزایش میزان کارتنویید بیانگر توان بیشتر گیاه برای عبور از تنش پنج روزه می‌باشد.

پرولین

اثر متقابل نوع بستر و سطح دوره آبیاری بر پرولین در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵: اثر متقابل نوع بستر و سطح دوره آبیاری بر پرولین چمن اسپورت

طبق نتایج به‌دست آمده، با افزایش دوره آبیاری ، پرولین به‌منظور کاهش اثرات تنش در بافت‌های گیاه افزایش یافت ولی در بین انواع بستر به‌کار برده شده در این پژوهش، چمن کاشته شده در بستر کود دامی-نانوکامپوزیت طی دوره آبیاری پنج روزه، میزان پرولین کاهش یافت که به‌دلیل کاهش اثرات تنش توسط نانوکامپوزیت می‌باشد. در بستر کود دامی و بستر

نانوکامپوزیت-ورمی‌کمپوست، میزان پرولین در دوره آبیاری پنج روزه نسبت به شرایط بدون تنش افزایش کمی داشتند و همچنین در دوره آبیاری ده روزه میزان پرولین در بستر نانوکامپوزیت-کود دامی افزایش کمتری نسبت به سایر بسترهای استفاده شده داشت. در نتیجه این بستر در طی تنش تاثیر بارزی بر جلوگیری از ایجاد تنش در گیاه چمن اسپورت داشته است.

پرولین یک ترکیب تنظیم کننده اسمزی است که نقش عمده‌ای در مقاومت اسمزی ایفا می‌کند (Demir, 2000). نتایج گزارش‌ها نشان داده‌اند که تجمع پرولین و کربوهیدرات‌های محلول جهت تنظیم اسمزی در زمانی روی می‌دهد که پتانسیل آب بیش از یک مگاپاسکال کاهش یابد (Pessarkli, 1999). همچنین تحقیقات نشان داده است که با مصرف ۴۰ گرم سوپرجاذب در مترمربع بستر، میتوان چمن را با دور شش روزه آبیاری نمود بدون این‌که پرولین تغییرات معنیداری داشته باشد (Khalili Darini *et al.*, 2015)، که کاهش تغییرات پرولین در صورت وجود سوپرجاذب در بستر گیاه چمن اسپورت با نتایج تحقیق حاضر منطبق می‌باشد.

هیدرات کربن

طبق نتایج به‌دست آمده، کمترین میزان هیدرات کربن در دوره آبیاری پنج روزه (۳۱/۸۹ میکروگرم در میلی‌لیتر) به‌دست آمد. گیاه در شرایط تنش کوتاه مدت بر اثر تنش، هیدرات کربن کمتری تولید می‌نماید ولی در شرایط تنش طولانی و برای کاهش اثرات تنش و کمک به حفظ تعادل اسمزی بافت، اقدام به ذخیره نمودن هیدرات کربن در بافت‌ها می‌نماید.

در مطالعه‌ای روی دو رقم حساس و مقاوم گندم "دوروم" (Dorum) مشاهده شد که افزایش هیدرات کربن محلول در رقم مقاوم به خشکی در مقایسه با پرولین شاخص مناسب‌تری برای نشان دادن پتانسیل مقاومت به خشکی است. زیرا پرولین تحت تنش خشکی کمتر افزایش یافت و میزان افزایش آن در هر دو واریته حساس و مقاوم یکسان بود (Kameli & Losel, 1993)، که مشابه نتایج این تحقیق میباشد.

طبق نتایج به‌دست آمده، هر چند میزان نشت یونی در دوره آبیاری پنج روزه به مقدار بسیاری کمی نسبت به شرایط بدون تنش افزایش یافته است ولی اختلاف معنی‌داری نداشتند. در تنش طولانی مدت و بر اثر بروز آسیب در غشا سلول، نشت یونی تا حدود چهار برابر افزایش یافته است.

پژوهشگران نشان دادند که با پیشرفت تنش، نشت یونی افزایش پیدا کرد (Kao, 1981). کمتر بودن مقدار نشت الکترولیتی بر پایداری غشای سلولی و مقاومت بهتر گیاه در برابر تنش وارده دلالت دارد، هر چند که گونه‌ها و ارقام گراس‌های چمنی نسبت به کاهش آب، سطوح تحمل متفاوتی دارند اما هیچ یک نمی‌توانند در شرایط خشکی طولانی مدت، زنده بمانند و با کاهش میزان آبیاری نشت یونی در گراس‌ها افزایش می‌یابد (Huang & Fu, 2001). نتایج تحقیقات ذکر شده، با نتایج تحقیق حاضر مشابهت دارد.

کیفیت ظاهری

طبق نتایج به-دست آمده، با افزایش دوره آبیاری ده روزه، کیفیت ظاهری نسبت به شاهد و دوره آبیاری پنج روزه کاهش یافت، ولی تغییرات کیفیت ظاهری در دوره آبیاری پنج روزه نسبت به شرایط بدون تنش تفاوت نداشت که بیانگر حداقل تاثیرات تنش در حضور نانوکامپوزیت سوپرجاذب در بستر گیاه چمن اسپورت می‌باشد.

نشان دادند که چمن پوآ در شرایط تنش خشکی کاهش رنگ پیدا کرد که میزان کاهش رنگ در نمونه‌های حساس به خشکی زودتر اتفاق می‌افتد (Wang *et al.*, 2001). همچنین در آزمایشی روی فستوکا گزارش گردید که کاربرد تنظیم کننده‌های رشد در غلظت مناسب سبب بهبود تراکم و کیفیت چمن‌ها می‌شود (Jack Johnson, 1993). بر اساس تحقیق دیگری کیفیت ظاهری بر اساس NTEP با مصرف میزان ۳۰ گرم سوپرجاذب در مترمربع بستر چمن، در شرایط دور آبیاری یک روزه و دو روزه تفاوت معنی‌داری نداشته است (Khalili Darini *et al.*, 2015). همچنین مطابق با همین نتایج نشان داده شد که کاربرد پاکلوبوترازول در غلظت مناسب، سبب بهبود تراکم چمنهای فصل سرد می‌شود (Razmjoo *et al.*, 1089).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به بررسی صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی چمن اسپورت که در بستر آن از کود دامی، نانوکامپوزیت سوپرجاذب-کود دامی و همچنین نانوکامپوزیت-ورمیکمپوست استفاده شده بود و بعد از اعمال دوره‌های بدون تنش، پنج روزه و ده روزه آبیاری، مورد ارزیابی قرار گرفت، درمی‌یابیم که اثر متقابل استفاده از نانوکامپوزیت سوپرجاذب به‌میزان ۳۰ گرم در مترمربع بستر به‌همراه کود دامی در چمن اسپورت، باعث افزایش توان چمن در عبور از دوره آبیاری پنج روزه ضمن حفظ صفات مطلوب گردید. به‌نحوی که صفات مورد ارزیابی قرار گرفته بعد از اعمال دوره آبیاری پنج روزه کمترین تفاوت را با شرایط بدون تنش داشتند. در افزایش صفات وزن تر، وزن خشک و عمق نفوذ ریشه بستر دارای نانوکامپوزیت سوپرجاذب تاثیر بیشتری داشت. صفات وزن تر، وزن خشک، عمق نفوذ ریشه، میزان کلروفیل کل، میزان کارتنوئید، میزان هیدرات کربن، نشت یونی و کیفیت ظاهری چمن بر اثر دوره آبیاری پنج روزه، نتایج مطلوب‌تری داشتند. همچنین در صفات درصد وزن خشک، میزان کلروفیل و میزان پرولین، اثر متقابل نوع بستر و م دوره آبیاری، بیانگر مطلوب بودن میزان این صفات در بستر نانوکامپوزیت سوپرجاذب و دوره آبیاری پنج روزه می‌باشد.

سپاسگزاری

این تحقیق به‌عنوان بخشی از طرح پژوهشی به شماره ۹۴/۴۸۲۶ مورخ ۱۳۹۴/۴/۲۴ معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه اراک می باشد که بدی‌نوسیله از همکاری ایشان تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

Aalami, M., Tehranifar, A., Davarinejad, Gh. and Selahvarzie, Y. (2011). Effect of Hydrogel, Paclobutrazol and Irrigation Intervals on Qualitative Characteristics of Turf grass (*Lolium perenne* cv. Barbal) in Mashhad Climate. Journal of Horticulture Science, 25(3): 288-295. (In Persian).

Bian, S. and Jiang, Y. (2009). Reactive oxygen species, antioxidant enzymeactivities and gene expression patterns in leaves and roots of Kentuckybluegrass in response to drought stress and recovery. Scientia Horticulturae, 120: 264-270.

Chai, Q., Jin, F., Merewitz, E. and Huang, B. (2010). Growth and physiological traits associated with drought survivaland post-drought recovery in perennial turfgrass species. Journal of the American Society for Horticultural Science, 135: 125-133.

Demir, Y. (2000). Growth and proline content of germinating wheat genotypes under ultraviolet light. Turkish J ournal of Botany, 24: 67–70.

Foyer, C.H., Valadier, M.H., Migge, A. and Becker, T.W. (1998). Drought induced effects on reductase activity and mRNA and on the coordination of nitrogen and carbon metabolism in maize leaves. Plant Physiology, 117: 283-292.

Huang, B. and Fu, J. (2001). Growth and physiological responses of tall fescue to surface soil drying. International Turfgrass Society Research Journal, 9: 291-296.

Huang, B. and McCann, S.E. (2008). Turfgrass Drought Physiology and Irrigation Management. In: M. Pessarakli (Ed), Handbook of Turfgrass Management and Physiology, 431-446. Pp. CRC Press.

Hung, I. and Redman, R.E. (1995). Solute adjustment to salinity and calcium supply in cultivated and wild barley. Plant Nutrition Journal, 18: 1371-1389.

Jack Johnson, B. (1993). Response of tal Fescue to Plant Growth Regulators and Mowing Frequencies. Journal of Environmental Horticulture, 11(4): 163-167.

Jamali, F. (2013). Effect of Zinc Treatment on the Alleviation of salinity stress in Tomato (*Lycopersicum esculentum*). PhD Thesis, Arak University (In Persian).

Jiang, Y. and Huang, N. (2001). Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation toantioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Science, 41: 436-442.

Kafi, M. (2002). Management of Establishment and Maintaining of Turfgrass. Shaghayegh Roosta Press, 230 pp. (In Persian).

Kameli, A. and Losel D.M. (1993). Carbohydrates and water status in wheat plants under water stress. New Phytology, 125: 609–614.

Kao, C.H. (1981). Senescense of rice leaves. VI. Comparative study of the metabolic changes of senescingturgid and water–stressed excised leaves. Plant and Cell Physiology, 22: 683–685.

Karimi, A. (1993). The investigation of Igita on some physical characteristics of soil. PhD Thesis, Tehran University (In Persian).

Khalili Darini, A., Naderim, R., Khalighi, A. and Taheri, M. (2015). Effect of Superabsorbent Polymer on Lawn under Drought Stress Condition. Agriculture Science Development, 4(2): 22-26.

Liu, J., Xie, X., Du, J., Sun, J. and Bai, X. (2008). Effects of simultaneous drought and heatstress on Kentucky bluegrass. Scientia Horticulturae, 115: 190–195.

Mohammadi Torkashvand, A., Sedaghat Hoor, S. and Jamalpour, H. (2016). Effects of Some Organic Matter and an Artificial Moisture Absorbent on Soil Available Water, Delay of Permanent Wilting Point and the Growth of *Lysimachia nummularia* cv. Aurea. Journal of Water and Soil Science, 20(75): 87-99. (In Persian).

Pessarkli, M. (1999). Hand book of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Inc. pp. 697.

Razmjoo, K., Imada, T. and Miyairi, J. (1989). Effect of paclobutrazol pp333 growth regulator on growth and quality ofcool_season turfgrasses. Journal Sport Turf Research, 70: 126-132.

Roholahi, I. and Kafi, M. (2009). Effects of new managements of landscapes on managing water resources nad environmental stresses. Fourth conference of Regional Agricultural Ideas (In Persian).

Sheikhmoradi, F., Arji, I., Emaeili, A. and Abdosi, V. (2011). Evaluation the Effects of Cycle Irrigation and Super Absorbent on Qualitative Characteristics of Lawn. Journal of Horticulture Science, 25(2): 170-177. (In Persian).

Smirnoff, N. (1993). The role of active oxygen in the response of plant to water deficit and desiccation. New Phytology, 125: 27-58.

Solgi, M., Taghizadeh, M., Bagheri, H. and Mirzakhani, A. (2015). The Evaluation Effects of New Bedding Culture on Growth Factors in Temperate Turfgrass. The first conference on the sustainable development of urban green space. Tabriz, Iran.

Wang, D., Shannon, M.C. and Grieve, C.M. (2001). Salinity reduces radiation absorbtion and use efficiency in soyabean. Field Crop Research, 69: 267-277.

Xu, C. and Huang, B. (2010). Effect of trinaxapac-ethyl foliar application on grass leaf proteome under drought stress. Turfgrass Establishment and Management, 131: 127-135.

Zhu, J.K. (2001). Over expression of a delta pyrpline-5-carbohydrate synthetase gene and analysis of tolerance of water and salt stress in transgenic rice. Trends in Plant Science, 6: 66-72.

The effect of superabsorbent nanocomposite on drought stress resistance in sport turfgrass

H. Bagheri[1], M. Solgi[2*], M. Taghizadeh[2], A. Mirzakhani[3]

Received:2018.5.4
Accepted:2018.12.25

Abstract

In the present research, the effect of superabsorbent nanocomposite and drought stress was investigated on growth characteristics of sport turfgrass. This experiment was carried out based on a completely randomized design with three replications and two factors by applying a type of bed (manure, manure plus superabsorbent nanocomposite and vermicompost plus superabsorbent nanocomposite) and irrigation period (no stress, 5-day and 10-day) in the farm. Shoot and root height, fresh and dry weight, chlorophyll content, root penetration depth, carbohydrate, chlorophyll, proline, carotenoid and ion leakage contents were measured in this experiment. The results showed that the bed containing nanocomposite superabsorbent was significant on fresh weight, dry weight and root penetration depth. The effects of irrigation period were significant on fresh weight, dry weight, root penetration depth, chlorophyll b, chlorophyll, carbohydrate, electrolyte leakage and quality (NTEP). The quality was maintained in five-day irrigation period. The interaction between bed and the irrigation period was significant for proline and Chlorophyll which indicating the tolerance of five-day irrigation period in the bed containing superabsorbent nanocomposite.

Key Words: Hydrogel, Irrigation, Landscape, Stress, Vermicompost.

1- MSc of Horticultural Science, Department of Horticultural Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran.
2- Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran.
(*Corresponding Author: m-solgi@araku.ac.ir)
3- Horticulture Crops Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Arak, Iran